



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년06월24일
(11) 등록번호 10-1633233
(24) 등록일자 2016년06월17일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 17/50 (2006.01) G06Q 50/06 (2012.01)
- (52) CPC특허분류
G06F 17/5004 (2013.01)
G06F 17/5009 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2015-0160653
- (22) 출원일자 2015년11월16일
심사청구일자 2015년11월16일
- (56) 선행기술조사문헌
“에너지성능 평가의 신뢰도 향상을 위한 BIM 적용연구 : 학교시설물을 중심으로”, 한양대학교 대학원 : 건축공학과 학위논문(박사), 2012년 08월*
- KR1020140048515 A*
KR1020110129172 A
KR1020140010579 A
- *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
- (72) 발명자
김인한
서울특별시 서초구 서초중앙로 188 C동 1907호 (서초동, 아크로비스타)
- 최중식
경기도 수원시 팔달구 권선로 477 대한대우아파트 115동 1102호 (매산로2가, 대한대우아파트)
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
손민

전체 청구항 수 : 총 10 항

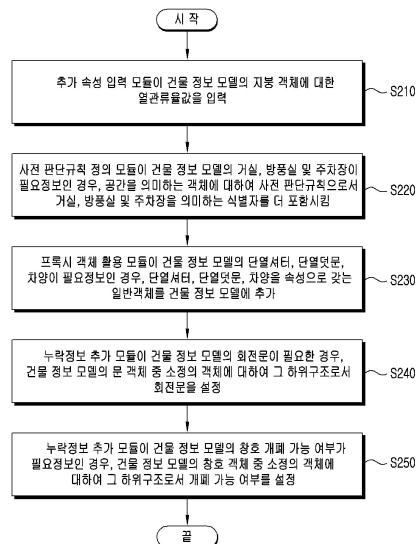
심사관 : 박승철

(54) 발명의 명칭 개방형BIM을 기반으로 하는 에너지 성능 지표 연산 방법

(57) 요약

본 발명은 개방형BIM을 기반으로 EPI를 연산하는 방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로 개방형BIM을 기반으로 할 경우 직접적으로 EPI를 자동으로 연산할 수 없으나, 양자 사이의 호환성을 증진시키고 정확도를 높일 수 있는 방법을 포함하는 EPI 연산 방법에 관한 것이다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

G06Q 50/06 (2013.01)
G06F 2217/78 (2013.01)
G06F 2217/80 (2013.01)

(72) 발명자

김민찬

서울 서초구 신반포로 270, 106동 402호 (반포동,
반포자이)

장재문

서울 영등포구 대방천로14길 8, 306동 802호 (신길
동, 신길우성아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1615007951

부처명 국토교통부

연구관리전문기관 국토교통과학기술진흥원

연구사업명 도시건축연구사업

연구과제명 건축물 설계품질 혁신을 위한 개방형 BIM 기술 환경 구축

기 여 율 1/1

주관기관 경희대학교 산학협력단

연구기간 2015.06.30 ~ 2016.11.12

명세서

청구범위

청구항 1

개방형BIM(open-Building Information Modeling)을 기반으로 에너지 성능 지표(EPI; energy performance index)를 연산하기 위한 방법으로서,

- (a) EPI 연산부(300)에 의하여, 미리 입력된 정보에 따라 EPI 연산에 필요한 정보인 필요정보가 확인되는 단계;
- (b) 건물 정보 입력부(100)에 의하여, 건물 정보 모델(IFC)이 생성되는 단계;
- (c) 건물 정보 모델 보완부(200)에 의하여, 상기 생성된 건물 정보 모델이 미리 설정된 방법으로 보완되는 단계;
- (d) 상기 EPI 연산부(300)에 의하여, 상기 건물 정보 모델 중 상기 (a) 단계의 필요정보에 상응하는 정보들이 추출되고, 이를 이용하여 미리 설정된 방법으로 EPI가 연산되는 단계를 포함하며,

상기 (c) 단계는,

- (c1) 별도 판단규칙 추가 모듈(210)이, 상기 건물 정보 모델의 벽 객체 중 난방 공간의 벽 객체가 필요정보인 경우, 해당 벽 객체 중에서 비난방공간이 접하는 부분을 제거하여 해당 난방공간이 접하는 부분만을 필요정보에 상응하는 정보로 추출하도록 판단규칙이 생성됨으로써 건물 정보 모델이 보완되는 단계를 포함하며,

상기 판단규칙은,

상기 건물 정보 모델(IFC)에서 IfcSpace를 이용하여 대상이 되는 공간 객체를 확인하고, IfcRelSpaceBoundary를 더 이용하여 상기 확인된 공간 객체에 접한 벽 객체를 확인하고, IfcPropertySingleValue를 통해서 상기 확인된 벽 객체의 추가속성정보인 PropertySet의 Pset_WallCommon-IsExternal의 값을 확인함으로써 상기 확인된 벽 객체가 외벽인지 여부를 판단하고, 외벽인 경우 IfcRelSpaceBoundary를 통해서 IfcConnectionGeometry를 이용함으로써, 상기 대상이 되는 공간 객체의 벽 객체 중 난방 공간의 벽 객체와 그 면적의 값을 산출하는 것인,

에너지 성능 지표 연산 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 (c) 단계는,

- (c2) 추가 속성 입력 모듈(220)이, 상기 건물 정보 모델의 지붕 객체에 대한 열관류율을 입력함으로써 건물 정보 모델이 보완되는 단계를 더 포함하는,

에너지 성능 지표 연산 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 (c) 단계는,

- (c3) 사전 판단규칙 정의 모듈(230)이, 상기 건물 정보 모델의 거실, 방풍실, 및 주차장이 필요정보인 경우, 공간을 의미하는 객체에 대하여 사전 판단규칙으로서 거실, 방풍실 및 주차장을 의미하는 식별자를 더 포함시킴으로써, 건물 정보 모델이 보완되는 단계를 더 포함하는,

에너지 성능 지표 연산 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 (c) 단계는,

(c4) 프록시 객체 활용 모듈(240)이, 상기 건물 정보 모델의 단열서터, 단열덧문, 차양이 필요정보인 경우, 단열서터, 단열덧문, 차양을 속성으로 갖는 일반객체를 상기 건물 정보 모델에 추가함으로써, 건물 정보 모델이 보완되는 단계를 포함하는,

에너지 성능 지표 연산 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

(c5) 누락정보 추가 모듈(250)이, 상기 건물 정보 모델의 회전문이 필요정보인 경우, 상기 건물 정보 모델의 문 객체 중 소정의 객체에 대하여 그 하위구조로서 회전문을 설정함으로써, 건물 정보 모델이 보완되는 단계를 더 포함하는,

에너지 성능 지표 연산 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 (c) 단계는,

(c6) 상기 누락정보 추가 모듈(250)이, 상기 건물 정보 모델의 창호 개폐 가능 여부가 필요정보인 경우, 상기 건물 정보 모델의 창호 객체 중 소정의 객체에 대하여 그 하위구조로서 개폐 가능 여부를 설정함으로써, 건물 정보 모델이 보완되는 단계를 더 포함하는,

에너지 성능 지표 연산 방법.

청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 (d) 단계에서, 상기 EPI 연산부(300)에 의하여, EPI를 연산하는 미리 설정된 방법은,

외벽의 평균 열관류율, 지붕의 평균 열관류율, 최하층 거실바닥의 평균 열관류율, 미리 설정된 외단열 공법의 채택 여부, 기밀성 창 및 문의 설치 여부, 자연채광용 개구부 및 주된 거실에 개폐가능한 외기에 면한 창 설치 여부, 미리 설정된 야간 단열장치를 설치 여부, 냉방부하저감을 위한 미리 설정된 차양장치 설치 여부, 냉방부하저감을 위한 미리 설정된 거실 외피면적당 평균 태양열취득 여부, 공동주택의 경우 외기에 면한 주동 출입구에 방풍실 또는 회전문 설치 여부, 공동주택의 경우 공동주택 각 세대의 현관에 방풍실 설치 여부, 공동주택의 경우 대향동의 높이에 대한 인동간격비, 공동주택의 경우 지하주차장에 300m²이내 마다 2m² 이상의 채광용 개구부를 설치 여부 및 조명설비가 주위 밝기에 따라 전등군별로 자동점멸 또는 스케줄 제어가 가능하도록 하여 조명전력을 감소하는지 여부에 따라 EPI를 연산하는 방법인,

에너지 성능 지표 연산 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 (a) 단계에서의 EPI 연산에 필요한 정보인 필요정보는,

슬라브의 열관류율, 벽체의 열관류율과 외기 면한 정도, 지붕의 열관류율, 창호의 개폐 여부와 기밀성과 열관류율과 외기 면한 정도, 문의 기밀성과 열관류율과 회전문 포함 여부와 출입구, 공간, 조명설비의 스케줄 제어 여부와 자동점멸여부, 방풍실, 방풍서터 및 차양장치인,

에너지 성능 지표 연산 방법.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 건물 정보 입력부는 자재 데이터베이스(110)와 연동되고,

상기 자재 데이터베이스(110)는 상기 건물 정보 모델에 포함되는 객체들에 설정될 수 있는 자재들 및 그 열관류율에 대한 정보를 포함하는,

에너지 성능 지표 연산 방법.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 EPI 연산부(300)는 EPI 데이터베이스(310)와 연동되고,

상기 EPI 데이터베이스(310)는 건물 정보 모델의 형식에 맞추어 저장된 EPI 연산에 필요한 정보인 필요정보들을 포함하는,

에너지 성능 지표 연산 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 개방형BIM을 기반으로 EPI를 연산하는 방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로 개방형BIM을 기반으로 할 경우 직접적으로 EPI를 자동으로 연산할 수 없는바, 양자 사이의 호환성을 증진시키고 정확도를 높일 수 있는 방법을 포함하는 EPI 연산 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] BIM(Building Information Modeling)이란, 3차원 설계기술로서 건축물의 전자적 정보를 생성하고 표현하는 것이며 이러한 정보를 활용하여 건축의 전 생애주기에 필요한 정보를 획득하고 관리할 수 있는 기술이다.

[0003] 특히, "개방형BIM(open-Building Information Modeling)"은 어떤 종류의 소프트웨어를 사용하던 관계없이 데이터를 서로 공유하도록 국제표준(IFC)을 사용하는 BIM을 의미한다.

[0004] 한편, 전 세계적으로 환경오염의 심각성이 대두되면서 에너지 효율화가 필요하게 되었으며, 건축물이 사용하는 에너지는 전체 에너지의 상당 부분을 차지하는바 건축물의 에너지 성능을 평가하고 그 효율을 높이기 위한 시도가 많이 이루어져 왔다.

[0005] 한국의 경우에도, 에너지절약 설계기준에 따른 에너지 절약 계획서 및 에너지 절약 계획 설계검토서의 제출은 인허가에 있어서 의무화되어 있다.

[0006] 또한, 최근에는 건축물의 에너지 성능을 정량적으로 평가하기 위한 에너지 성능 지표(EPI; energy performance index)가 사용되고 있다.

[0007] 이에 따라, 이러한 건축물의 친환경 관련 인허가 검토 내지 EPI 연산에 개방형BIM을 적용함으로써 인허가 검토 및 EPI 연산을 용이하게 할 수 있을 것으로 보여 관련 연구가 활발히 진행 중이다.

[0008] 그러나 개방형BIM에 의해 생성된 건물 정보 모델은 별도의 규약이 있고, 이러한 규약들에 의하여 정리되고 계층화된 정보들이 EPI 연산과는 맞지 않는 경우가 있으며, 이에 따라 연산 자체가 불가능하거나 또는 정확도가 낮아지는 문제점이 발생하게 된다.

[0009] 이와 관련된 종래 기술은 다음과 같다.

[0010] 2013년도에 공개된 논문 "초기설계단계에서의 BIM 기반 건물 에너지 성능평가 시스템 개발에 관한 기반연구"에서는 IFC 파일에서 에너지 성능 분석을 위하여 IDF 파일 형식으로 변환한 후 EnergyPlus 등으로 에너지 성능 평가를 수행하는데 그치고 있어서 EPI 연산에 대한 연구 및 이를 위한 정보 호환성의 연구는 포함되지 않는다.

[0011] 2014년도에 공개된 논문 "IFC 기반 에너지절약 설계기준 검토 자동화의 문제점과 해결"에서는 IFC를 기반으로 에너지 절약 설계기준에 부합하는지 여부를 확인하는 기술이 개시된다.

[0012] 또한 건물 정보 모델인 IFC 데이터 포맷을 기반으로 하기에 발생할 수 있는 호환성의 문제를 언급하고 있다는 점에서 유사하나, 그 문제점을 데이터 기반의 IFC 정보 접근이라는 점에서 찾았기에, 역시 정확도를 향상시키는

구체적 방법론을 제안하지 못한다.

- [0013] 2012년도에 공개된 논문 "IFC를 이용한 웹기반 에너지효율등급 예측 프로그램과 건물에너지효율등급 평가도구의 비교 분석"에서는 IFC를 기반으로 또 다른 에너지 평가 지수인 ECO2의 정확도를 확인하기 위한 기술을 개진하나, IFC에서 확인되지 못하는 정보를 간략화하거나 생략하는 방식으로 연산을 진행하기에 역시 정확도의 문제점이 있다. ECO2는 본 발명에서 연산하고자 하는 EPI와는 다른 개념이다.
- [0014] 한편, 본 발명자에 의한 한국등록특허 제10-1393750호에서는 정보호환성을 향상시켜 에너지 시뮬레이션을 수행하기 위한 방법을 제시하였으나, 커튼월을 포함한 특정 객체의 에너지 시뮬레이션 수행 정확성을 위하여 제공한 것이어서 EPI의 연산에 그대로 적용하기 어렵다.
- [0015] (비특허문헌 1) "초기설계단계에서의 BIM 기반 건물 에너지 성능평가 시스템 개발에 관한 기반연구", 대한건축학회논문집 2013년 8월, 윤성민, 우세진, 최진원, 문현준
- [0016] (비특허문헌 2) "IFC 기반 에너지절약 설계기준 검토 자동화의 문제점과 해결, 대한건축학회 추계학술발표대회 논문집, 2014년 10월, 이동혁, 박철수
- [0017] (비특허문헌3) "IFC를 이용한 웹기반 에너지효율등급 예측 프로그램과 건물에너지효율등급 평가도구의 비교 분석", 한국건축환경설비학회 논문집, 2012년 Vol.6, No.4, 송영환, 임득환, 김민성
- [0018] (특허문헌 1) KR10-1393750B
- [0019] (특허문헌 2) KR10-1264409B
- [0020] (특허문헌 3) KR10-1418171B

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0021] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것이다.
- [0022] 구체적으로, 개방형BIM을 이용하여 자동으로 EPI를 연산하고자 한다.
- [0023] 특히, 개방형BIM에 의하여 작성된 일반적인 건물 정보 모델에서 확인이 불가능하거나 어려운 정보들을 보완함으로써 정확도 높은 EPI를 연산하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0024] 상기와 같은 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시예는, 개방형BIM을 기반으로 에너지 성능 지표(EPI)를 연산하기 위한 방법으로서, (a) EPI 연산부(300)에 의하여, 미리 입력된 정보에 따라 EPI 연산에 필요한 정보인 필요정보가 확인되는 단계; (b) 건물 정보 입력부(100)에 의하여, 건물 정보 모델이 생성되는 단계; (c) 건물 정보 모델 보완부(200)에 의하여, 상기 생성된 건물 정보 모델이 보완되는 단계; (d) 상기 EPI 연산부(300)에 의하여, 상기 건물 정보 모델 중 상기 (a) 단계의 필요정보에 상응하는 정보들이 추출되고, 이를 이용하여 미리 설정된 방법으로 EPI가 연산되는 단계를 포함하며, 상기 (c) 단계는, (c1) 상기 건물 정보 모델의 벽 객체 중 난방 공간의 벽 객체가 필요정보인 경우, 해당 벽 객체 중에서 해당 난방공간이 접하는 부분만을 필요정보에 상응하는 정보로 추출하도록 판단규칙이 생성됨으로써 건물 정보 모델이 보완되는 단계를 포함하는, 에너지 성능 지표 연산 방법을 제공한다.
- [0025] 또한, 상기 (c) 단계는, (c2) 추가 속성 입력 모듈(220)이, 상기 건물 정보 모델의 지붕 객체에 대한 열관류율을 입력함으로써 건물 정보 모델이 보완되는 단계를 더 포함하는 것이 바람직하다.
- [0026] 또한, 상기 (c) 단계는, (c3) 사전 판단규칙 정의 모듈(230)이, 상기 건물 정보 모델의 거실, 방풍실, 및 주차장이 필요정보인 경우, 공간을 의미하는 객체에 대하여 사전 판단규칙으로서 거실, 방풍실 및 주차장을 의미하는 식별자를 더 포함시킴으로써, 건물 정보 모델이 보완되는 단계를 더 포함하는 것이 바람직하다.
- [0027] 또한, 상기 (c) 단계는, (c4) 프록시 객체 활용 모듈(240)이, 상기 건물 정보 모델의 단열서터, 단열덧문, 차양이 필요정보인 경우, 단열서터, 단열덧문, 차양을 속성으로 갖는 일반객체를 상기 건물 정보 모델에 추가함으로써, 건물 정보 모델이 보완되는 단계를 포함하는 것이 바람직하다.
- [0028] 또한, 상기 (c) 단계는, (c5) 누락정보 추가 모듈(250)이, 상기 건물 정보 모델의 회전문이 필요정보인 경우,

상기 건물 정보 모델의 문 객체 중 소정의 객체에 대하여 그 하위구조로서 회전문을 설정함으로써, 건물 정보 모델이 보완되는 단계를 더 포함하는 것이 바람직하다.

[0029] 또한, 상기 (c) 단계는, (c6) 상기 누락정보 추가 모듈(250)이, 상기 건물 정보 모델의 창호 개폐 가능 여부가 필요정보인 경우, 상기 건물 정보 모델의 창호 객체 중 소정의 객체에 대하여 그 하위구조로서 개폐 가능 여부를 설정함으로써, 건물 정보 모델이 보완되는 단계를 더 포함하는 것이 바람직하다.

[0030] 또한, 상기 (d) 단계에서, 상기 EPI 연산부(300)에 의하여, EPI를 연산하는 미리 설정된 방법은, 외벽의 평균 열관류율, 지붕의 평균 열관류율, 최하층 거실바닥의 평균 열관류율, 미리 설정된 외단열 공법의 채택 여부, 기밀성 창 및 문의 설치 여부, 자연채광용 개구부 및 주된 거실에 개폐가능한 외기에 면한 창 설치 여부, 미리 설정된 야간 단열장치를 설치 여부, 냉방부하저감을 위한 미리 설정된 차양장치 설치 여부, 냉방부하저감을 위한 미리 설정된 거실 외피면적당 평균 태양열취득 여부, 공동주택의 경우 외기에 면한 주동 출입구에 방풍실 또는 회전문 설치 여부, 공동주택의 경우 공동주택 각 세대의 현관에 방풍실 설치 여부, 공동주택의 경우 대향동의 높이에 대한 인동간격비, 공동주택의 경우 지하주차장에 300m²이내 마다 2m² 이상의 채광용 개구부를 설치 여부 및 조명설비가 주위 밝기에 따라 전등군별로 자동점멸 또는 스케줄 제어가 가능하도록 하여 조명전력을 감소하는지 여부에 따라 EPI를 연산하는 방법인 것이 바람직하다.

[0031] 또한, 상기 (a) 단계에서의 EPI 연산에 필요한 정보인 필요정보는, 슬라브의 열관류율, 벽체의 열관류율과 외기 면한 정도, 지붕의 열관류율, 창호의 개폐 여부와 기밀성과 열관류율과 외기 면한 정도, 문의 기밀성과 열관류율과 회전문 포함 여부와 출입구, 공간, 조명설비의 스케줄 제어 여부와 자동점멸여부, 방풍실, 방풍서터 및 차양장치인 것이 바람직하다.

[0032] 또한, 상기 건물 정보 입력부는 자체 데이터베이스(110)와 연동되고, 상기 자체 데이터베이스(110)는 상기 건물 정보 모델에 포함되는 객체들에 설정될 수 있는 자재들 및 그 열관류율에 대한 정보를 포함하는 것이 바람직하다.

[0033] 또한, 상기 EPI 연산부(300)는 EPI 데이터베이스(310)와 연동되고, 상기 EPI 데이터베이스(310)는 건물 정보 모델의 형식에 맞추어 저장된 EPI 연산에 필요한 정보인 필요정보들을 포함하는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0034] 본 발명에 의하여, 일반적인 BIM 저작도구에 의하여 작성된 건물 정보 모델, 즉 개방형BIM에 의한 IFC 구조에서도 자동으로 EPI를 연산하고자 한다.

[0035] 특히, 일반적 IFC 구조에서 확인이 불가능하거나 어려운 정보들이 보완함으로써 높은 정확도를 달성할 수 있다.

[0036] 이를 통하여, 개방형BIM에 의한 건물 정보 모델 만으로도 건축물 친환경 관련 인허가 검토를 높은 정확도로 자동 수행할 수 있으며, 궁극적으로 건축물의 친환경 설계에 기여할 수 있다.

[0037] 또한 별도의 데이터베이스들이 구비되어, 자재의 속성이 변경되거나, 새로운 자재가 추가된 경우, 또는 법규의 개정 등에 의한 EPI 연산 방법이 변경된 경우에도 유연하게 대처 가능하여 자동으로 EPI 연산이 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0038] 도 1은 본 발명에 따른 방법을 수행하기 위한 시스템의 개략도이다.

도 2는 본 발명에 따른 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

도 3은 본 발명에 따른 방법 중 건물 정보 모델의 보완 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

도 4는 EPI를 연산하기 위한 필요정보를 설명하기 위한 지표들의 예시이다.

도 5 및 도 6은 EPI를 연산하기 위한 필요정보에 상응하는 건물 정보 모델 내의 정보들을 설명하기 위한 예시이다.

도 7은 별도 판단규칙 추가 모듈(210)에 의한 보완 방법을 설명하기 위한 예시이다.

도 8은 추가 속성 입력 모듈(220)에 의한 보완 방법을 설명하기 위한 예시이다.

도 9는 사전 판단규칙 정의 모듈(230)에 의한 보완 방법을 설명하기 위한 예시이다.

도 10은 프록시 객체 활용 모듈(240)에 의한 보완 방법을 설명하기 위한 예시이다.

도 11 내지 도 13은 누락 정보 추가 모듈(250)에 의한 보완 방법을 설명하기 위한 예시이다.

도 14는 전술한 보완 방법이 적용되어 EPI를 연산하는 방법을 설명하기 위한 설명이 추가된, 인터페이스 화면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0039] 이하에서, "에너지 성능 지표(EPI; energy performance index)"는, 건물의 에너지 절약 설계 기준을 평가하기 위한 지표로서, 예를 들어 도 4에 도시되는 항목들을 토대로 정량적으로 연산되는 점수를 의미한다.
- [0040] 현재 일반적으로 사용되는 지표로서, 해당 점수를 토대로 해당 건물의 에너지 성능 정도를 객관적으로 평가할 수 있다.
- [0041] 이를 평가하기 위한 항목들은 도 4에 반드시 한정될 필요는 없으며, 본 발명에서 기술되고 설명하는 EPI는 이러한 항목들을 토대로 객관적으로 정량적으로 평가되는 지표로서 정의한다.
- [0042] 이하에서, "건물 정보 모델"은, 전술한 BIM에서 사용되는 데이터를 의미하며, 국제표준에 따른 경우 IFC와 같은 형식을 갖게 된다. 후술하겠지만 건물 정보 입력부에서 각종 정보들이 입력되어 건물 정보 모델을 생성하게 되며, 이러한 건물 정보 입력부는 어떠한 방식을 적용한 정보처리기기이어도 무방하나, 예를 들어 Revit과 같은 소프트웨어를 탑재한 하드웨어일 수 있다.
- [0043] 이하에서, 건물 정보 모델에 포함되는 "객체(object)"는, 건물을 구성하는 다양한 물체들을 의미하는 것으로, 예를 들어 벽체, 바닥 슬라브, 지붕, 천장, 창호, 문 등을 포함할 수 있다. 건물에 포함되는 어떠한 구성요소도 객체를 이룰 수 있다.
- [0044] 시스템의 설명
- [0045] 도 1은 본 발명에 따른 EPI 연산 방법을 수행하기 위한 시스템을 도시하며, 이는 건물 정보 입력부(100), 건물 정보 모델 보완부(200) 및 EPI 연산부(300)를 포함한다.
- [0046] 건물 정보 입력부(100)는 건물 정보 모델을 생성하기 위한 정보를 입력한다. 일 실시예에서 Revit과 같은 소프트웨어가 탑재된 하드웨어일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [0047] 건물 정보 입력부(100)는 자재 데이터베이스(110)와 연동된다.
- [0048] 자재 데이터베이스(110)는 건물 정보 모델에 포함되는 객체들에 설정될 수 있는 자재들 및 그 열관류율에 대한 정보를 포함하기에, EPI 연산에 필요한 필요정보들이 확인될 수 있다.
- [0049] 예를 들어, 슬라브, 벽체, 지붕의 열관류율, 창호의 개폐 여부와 기밀성과 열관류율, 문의 기밀성과 열관류율, 회전문인지 여부, 조명설비의 스케줄 제어 가능 여부와 자동점멸여부 등이 포함될 수 있다.
- [0050] 따라서, 건물 정보 모델의 특정 객체가 특정 자재를 선택할 경우, 열관류율, 개폐 여부, 기밀성 등이 자동으로 확인된다.
- [0051] 건물 정보 모델 보완부(200)는 개방형BIM에 의하여 생성되는 일반적인 건물 정보 모델(이하, '일반적 IFC 구조'로 지칭함) 자체만으로는 EPI 연산이 불가능하거나 정확도가 낮은바 이를 보완하기 위하여 건물 정보 모델을 수정 보완하는 기능을 한다.
- [0052] 건물 정보 모델 보완부(200)는 별도 판단규칙 추가 모듈(210), 추가 속성 입력 모듈(220), 사전 판단규칙 정의 모듈(230), 프록시 객체 활용 모듈(240) 및 누락 정보 추가 모듈(250)을 포함한다.
- [0053] 각각의 모듈들이 건물 정보 모델을 보완하는 방법은 후술한다.
- [0054] EPI 연산부(300)는 보완된 건물 정보 모델을 토대로 미리 설정된 방법에 따라 EPI를 연산한다.
- [0055] 전술한 바와 같이, EPI는 객관적이고 정량적인 점수 연산(scoring)이 가능하면 어떠한 방법이어도 무방하나, 대표적으로 한국의 "녹색건축물 조성 지원법"에 따른 "건축물의 에너지절약설계기준"에서 제시하는 방법을 사용할 수 있는데, 이를 도 4를 참조하여 설명한다.
- [0056] 도 4에 도시된 바와 같이, 여기에 사용되는 지표는 총 14개이며, 그 중 공동주택인 경우에만 해당되는 지표가 4

개이다.

- [0057] 즉, 외벽의 평균 열관류율, 지붕의 평균 열관류율, 최하층 거실바닥의 평균 열관류율, 미리 설정된 외단열 공법의 채택 여부, 기밀성 창 및 문의 설치 여부, 자연채광용 개구부 및 주된 거실에 개폐가능한 외기에 면한 창 설치 여부, 미리 설정된 야간 단열장치를 설치 여부, 냉방부하저감을 위한 미리 설정된 차양장치 설치 여부, 냉방부하저감을 위한 미리 설정된 거실 외피면적당 평균 태양열취득 여부, 공동주택의 경우 외기에 면한 주동 출입구에 방풍실 또는 회전문 설치 여부, 공동주택의 경우 공동주택 각 세대의 현관에 방풍실 설치 여부, 공동주택의 경우 대향동의 높이에 대한 인동간격비, 공동주택의 경우 지하주차장에 300m²이내 마다 2m² 이상의 채광용 개구부를 설치 여부 및 조명설비가 주위 밝기에 따라 전등군별로 자동점멸 또는 스케줄 제어가 가능하도록 하여 조명전력을 감소하는지 여부에 따라 EPI가 연산된다.
- [0058] 예를 들어, 첫째의 "외벽의 평균 열관류율"의 경우, 3000m² 이상 한국 중부 지역의 비주거 건물의 경우, 기본배점 21점으로 하되, 열관류율이 0.470, 0.640, 0.820, 1.000, 1.180인 것을 기준으로 1점, 0.9점, 0.8점, 0.7점, 0.6점이 배점될 수 있다.
- [0059] 총 14개의 지표 및 주거/비주거 건물인지 여부, 대형/소형 건물인지 여부, 한국 중부, 남부, 제주 지역인지 여부에 따라 배점이 달라진다.
- [0060] 상세한 연산 방식은 본 발명의 핵심이 아니며, 어떠한 방법을 사용하여도 무방하며, 본 기술분야에서 충분히 알려져 있는 기술인바, 그 이상의 상세한 설명은 생략하도록 한다.
- [0061] 한편, EPI 연산부(300)는 EPI 데이터베이스(310)와 연동된다.
- [0062] EPI 데이터베이스(310)는 건물 정보 모델의 형식에 맞추어 저장된 EPI 연산에 필요한 정보인 필요정보들을 포함한다.
- [0063] 여기에서 필요정보들은 도 4를 참조하여 전술한 14개의 지표를 포함할 수 있으나, 이는 예시적인 것에 불과함은 전술한 바와 같다.
- [0064] EPI 연산 방법의 설명
- [0065] 도 2 내지 도 14를 더 참조하여, EPI 연산 방법을 상세히 설명한다.
- [0066] 먼저, EPI 연산부(300)에 의하여, 미리 입력된 정보에 따라 EPI 연산에 필요한 정보인 필요정보가 확인된다(S100). 확인되는 필요정보들은 전술한 바와 같다.
- [0067] 다음, 건물 정보 입력부(100)에 의하여, 건물 정보 모델이 생성된다(S200).
- [0068] 다음, 건물 정보 모델 보완부(200)에 의하여, 상기 생성된 건물 정보 모델이 보완된다(S300).
- [0069] 다음, 상기 EPI 연산부(300)에 의하여, 상기 건물 정보 모델 중 S100 단계의 필요정보에 상응하는 정보들이 추출되고, 이를 이용하여 미리 설정된 방법으로 EPI가 연산된다(S400).
- [0070] 건물 정보 모델 중 추출되는 정보는 수동 또는 자동으로 입력될 수도 있다. 이는 필요정보들에 따라 달라질 것이다.
- [0071] 예를 들어, 도 4에 도시된 바와 같은 14개의 지표를 사용할 경우, 건물 정보 모델에서 추출되어야 하는 필요정보들은 이들을 연산하는 모든 정보이어야 한다.
- [0072] 이는 도 5에 도시된 바와 같이 슬라브의 열관류율, 벽체의 열관류율과 외기 면한 정도, 지붕의 열관류율, 창호의 개폐 여부와 기밀성과 열관류율과 외기 면한 정도, 문의 기밀성과 열관류율과 회전문 포함 여부와 출입구, 공간, 조명설비의 스케줄 제어 여부와 자동점멸여부, 방풍실, 방풍서터 및 차양장치를 포함할 수 있다.
- [0073] 다른 예를 들어, 도 6에 도시되는 바와 같이, "외벽의 평균 열관류율"을 확인하기 위하여 건물 정보 모델에서 다양한 정보가 추출되어야 함을 알 수 있다.
- [0074] 그런데, 여기에서 일반적 IFC 구조를 그대로 활용할 경우 확인이 불가능하거나 어려운 정보들이 포함될 수 있다.
- [0075] 예를 들어, 난방 공간의 벽 객체, 지붕 객체의 열관류율, 특정 공간이 거실, 방풍실, 주차장, 단열서터, 단열덧문, 차양, 회전문인지 여부, 특정 창호 개폐 가능한지 여부 등이 일반적 IFC 구조에서는 확인이 어렵다.

- [0076] 따라서, 이하에서는 건물 정보 모델에서 확인이 어려운 정보들을 자동으로 추출하기 위하여 건물 정보 모델을 보완하는 S300 단계를, 도 3을 참조하여 상세히 설명한다.
- [0077] (1) 별도 판단규칙 추가 모듈(210)에 의한 보완
- [0078] EPI 연산을 위하여 난방 공간의 벽 객체의 열관류율이 추출되어야 한다.
- [0079] 그런데, 일반적 IFC 구조에서 벽체와 바닥의 면적을 IfcElementQuantity에서 정의하고 있고 IfcRelDefinesByProperties로 객체와 관계를 정의하고 있기 때문에 벽체와 바닥의 면적을 구할 수 있지만 이 구조를 통한 면적은 객체 전체의 면적을 의미하기 때문에 거실 또는 난방 공간의 벽 객체 열관류율의 연산에 있어서 부적합하다.
- [0080] 즉, 도 7에서처럼 작성된 벽 객체의 전체 면적이 아닌 해당 난방 공간에 관계된 부분의 면적만 필요한 것이다.
- [0081] 따라서 별도의 판단규칙이 필요한바, 별도 판단규칙 추가 모듈(210)이, 건물 정보 모델의 벽 객체 중 난방 공간의 벽 객체가 필요정보인 경우, 해당 난방공간이 접하는 벽 객체로 추출하도록 규칙을 생성한다.
- [0082] 예를 들어, 도 7에서처럼 IFC 구조 상에서 외벽 면적을 추출하기 위해서는 해당 공간을 의미하는 IfcSpace를 찾고 공간객체와 접한 객체를 나타내는 IfcRelSpaceBoundary로 접한 벽 객체를 찾은 후, 벽 객체의 추가속성정보인 PropertySet의 Pset_WallCommon-IsExternal 값을 IfcPropertySingleValue을 통해 확인하여 벽 객체가 외벽인지 아닌지를 판단하고, IfcRelSpaceBoundary를 통해 공간 객체와 벽 객체가 맞닿은 면을 정의하는 IfcConnectionGeometry와 그 하위 구조로 해당 면적의 값을 산출하는 규칙을 추가하는 것이다.
- [0083] (2) 추가 속성 입력 모듈(220)에 의한 보완
- [0084] EPI 연산을 위하여 지붕 객체에 대한 열관류율이 추출되어야 한다.
- [0085] 그런데, 일반적 IFC 구조에서는 이를 객체의 속성 정보로 정의하고 있지 않으며, 객체별 공통적이고 일반적인 속성들을 사전에 일부분 정해서 추가 속성정보로 나타낸 'Pset_Common'안에 ThermalTransmittance라는 이름으로 정의되어 있지만, 이는 커튼월, 창호, 문, 바닥, 벽에 대해서만 정의되어 있어서 지붕 객체에 대해서는 알 수 없다.
- [0086] 따라서, 추가 속성의 입력이 필요한바, 추가 속성 입력 모듈(220)이, 건물 정보 모델의 지붕 객체에 대한 열관류율을 입력한다.
- [0087] 예를 들어, 지붕 객체에 대한 열관류율은 추가속성정보를 정의할 수 있는 PropertySet의 IfcPropertySingleValue로 입력할 수 있으므로, 건물 정보 입력부(100)에서 건물 정보 모델 생성시 지붕 객체에 대해 열관류율의 속성을 추가하여 값을 입력하고 이 값은 IfcPropertySingleValue에서 확인하여 필요정보를 추출할 수 있다.
- [0088] 도 8은 위의 과정을 통해 저장된 IFC 데이터를 확인한 결과이다.
- [0089] (3) 사전 판단규칙 정의 모듈(230)에 의한 보완
- [0090] EPI 연산을 위하여 거실, 방풍실, 주차장에 대한 정보가 추출되어야 하는데, 일반적 IFC 구조에서는 이를 추출할 수 없다.
- [0091] 다만, 전술한 방법들과는 다르게, 속성을 별도로 정의할 필요는 없으며, 다만 속성값에 대한 규칙을 사전에 정하고 건물 정보 모델에 저장된 속성 값으로 정보를 유추하고 판단할 수 있다.
- [0092] 따라서, 이를 사전 판단규칙으로 정의하는 것이 필요한바, 사전 판단규칙 정의 모듈(230)이, 건물 정보 모델에서 공간을 의미하는 객체에 대하여 사전 판단규칙으로서 거실, 방풍실 및 주차장을 의미하는 식별자를 더 포함시킨다.
- [0093] 해당 식별자는 공간 이름에 대한 분류 체계와 규칙 정의에 따른 올바른 이름이어야 한다.
- [0094] 도 9는 위의 과정을 통해 저장된 IFC 데이터를 확인한 결과이다.
- [0095] (4) 프록시 객체 활용 모듈(240)에 의한 보완
- [0096] EPI 연산을 위하여 단열서터, 단열덧문, 차양에 대한 정보가 추출되어야 하는데, 일반적 IFC 구조에서는 이를 추출할 수 없다.

- [0097] 또한, 사전 판단규칙에서 설명한 경우와 다르게, 정의 자체가 없으므로, IfcBuildingElementProxy를 이용하여 해당 필요정보를 BIM 데이터에 저장하고 추출할 수 있다.
- [0098] IfcBuildingElementProxy는 IFC에서 정의하고 있는 건축의 주요 구성요소 이외의 객체를 저장할 수 있도록 한 Entity이다.
- [0099] 즉, 프록시 객체 활용 모듈(240)이, 단열서터, 단열덧문, 차양을 속성으로 갖는 일반객체를 상기 건물 정보 모델에 추가하는 것이다.
- [0100] 예를 들어, 건물 정보 입력부(100)에서 건물 정보 모델 작성시 단열서터에 대하여 특정 유형을 가지고 있지 않은 일반 객체 작성기능으로 모델링하고 필요 속성 정보 및 이름을 입력한 후 단열서터 객체가 IfcBuildingElementProxy로 저장되도록 한다.
- [0101] 도 10은 위의 과정을 통해 저장된 IFC 데이터를 확인한 결과이다.
- [0102] (5) 누락정보 추가 모듈(250)에 의한 보완
- [0103] EPI 연산을 위하여 회전문, 창호 개폐 가능 여부가 정보가 추출되어야 하는데, 일반적 IFC 구조에서는 이를 추출할 수 없다.
- [0104] 이는, Revit과 같은 건물 정보 입력부(100)에 포함된 소프트웨어, 즉 BIM 저작도구를 IFC로 변환하는데 있어서 발생하는 손실인 경우이다.
- [0105] 예를 들어, 도 11에 도시되는 바와 같이, 일반적 IFC 구조에서 회전문은 IfcDoorStyle의 IfcDoorStyleOperationEnum의 값 중 'Revolving'으로 정의하고 있으나, BIM 저작도구인 Revit에서 이를 작성하고 IFC로 변환하면 IFC 구조에 따라 변환되지 않으며 회전문의 정보가 누락되는 것이다.
- [0106] 다른 예를 들어, 도 13에 도시되는 바와 같이, 일반적 IFC 구조에서 창호 개폐 가능 여부는 IfcPropertySetDefinition의 IfcWindowPanelProperties에서 Operation 값의 IfcWindowPanelOperationEnum 값으로서 다양하게 정의되나, BIM 저작도구인 Revit에서 이를 작성하고 IFC로 변환하면 IFC 구조에 따라 변환되지 않으며 창호 개폐 가능 여부에 대한 정보가 누락되는 것이다.
- [0107] 따라서, 회전문의 경우, 누락정보 추가 모듈(250)이, 건물 정보 모델의 문 객체 중 소정의 객체에 대하여 그 하위구조로서 회전문을 설정하고, 건물 정보 모델의 창호 객체 중 소정의 객체에 대하여 그 하위구조로서 개폐 가능 여부를 설정함으로써 이를 보완할 수 있다.
- [0108] 즉, 문 객체가 가지고 있는 속성 중 'Type Comments'라는 속성에 'Revolving'이라는 값을 입력하여 회전문을 표현할 수 있으며 IFC로 변환 후 IfcDoorStyle과 연결된 IfcPropertySet 하위구조에서 'Type Comments'이름을 가진 IfcPropertySingleValue의 'Revolving'값을 확인하여 회전문을 확인할 수 있다.
- [0109] 도 12는 위의 과정을 통해 저장된 IFC 데이터를 확인한 결과이다.
- [0110] 창호 개폐 가능 여부에 대해서도, 창호 객체가 가지고 있는 속성 중 'Type Comments'라는 속성에 창문의 개폐 방식의 정보를 입력하여 표현할 수 있으며 IFC로 변환 후 IfcWindowStyle과 연결된 IfcPropertySet 하위구조에서 'Type Comments'이름을 가진 IfcPropertySingleValue의 값을 확인하여 창문의 개폐방식의 정보를 확인할 수 있다.
- [0111] (6) 소결
- [0112] 이상과 같은 과정을 요약하면 도 14에 도시된 바와 같다.
- [0113] 즉, EPI 연산부(300)에 의하여, 미리 입력된 정보에 따라 EPI 연산에 필요한 정보인 필요정보가 확인되는 단계; 건물 정보 입력부(100)에 의하여, 건물 정보 모델이 생성되는 단계; 건물 정보 모델 보완부(200)에 의하여, 상기 생성된 건물 정보 모델이 전술한 다양한 방식으로 보완되는 단계; 상기 EPI 연산부(300)에 의하여, 상기 건물 정보 모델 중 상기 (a) 단계의 필요정보에 상응하는 정보들이 추출되고, 이를 이용하여 미리 설정된 방법으로 EPI가 연산되는 단계를 포함함으로써, EPI가 높은 정확도로 연산될 수 있다.
- [0114] 이상, 본 명세서에는 본 발명을 당업자가 용이하게 이해하고 재현할 수 있도록 도면에 도시한 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당업자라면 본 발명의 실시예로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 보호범위는 특허청구범위에 의해서 정해져야 할 것이

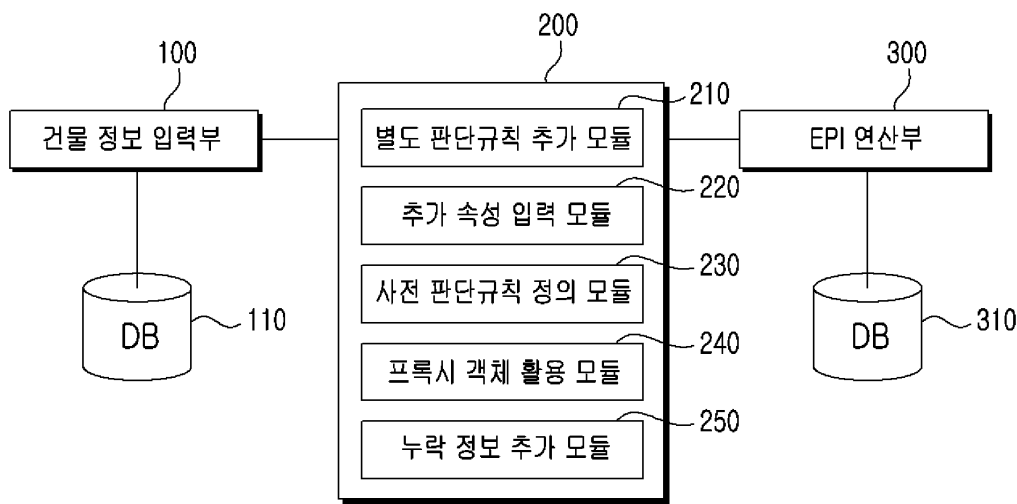
다.

부호의 설명

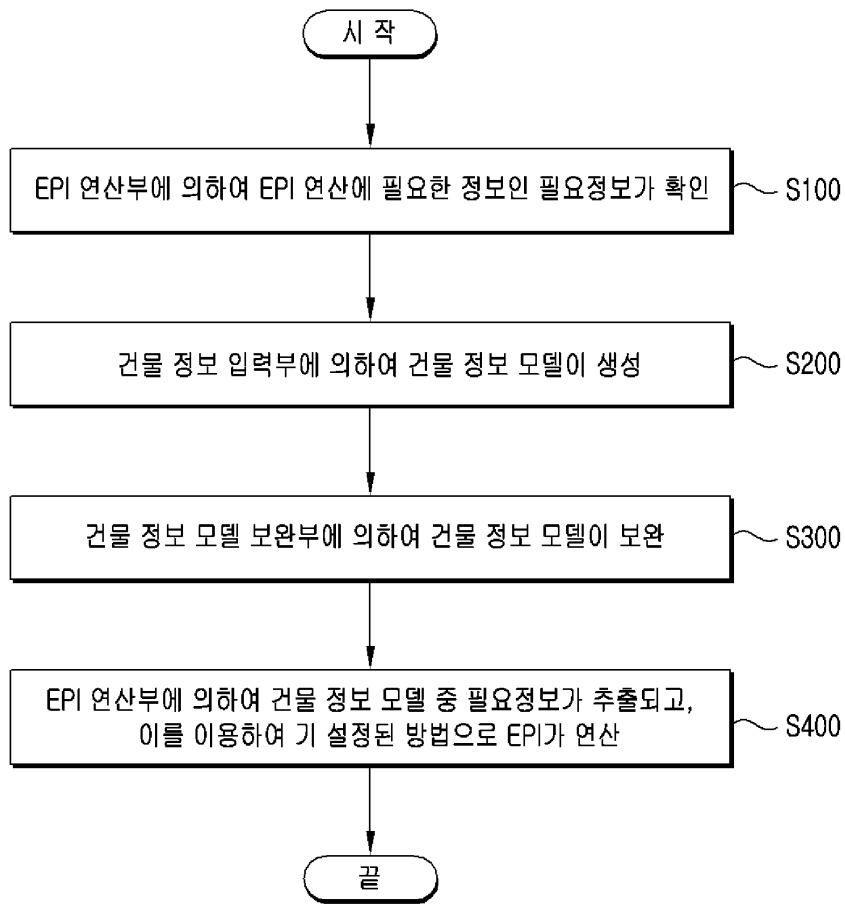
- 100: 건물 정보 입력부
- 210: 별도 판단규칙 추가 모듈
- 220: 추가 속성 입력 모듈
- 230: 사전 판단규칙 정의 모듈
- 240: 프록시 객체 활용 모듈
- 250: 누락 정보 추가 모듈
- 300: EPI 연산부
- 310: 데이터베이스

도면

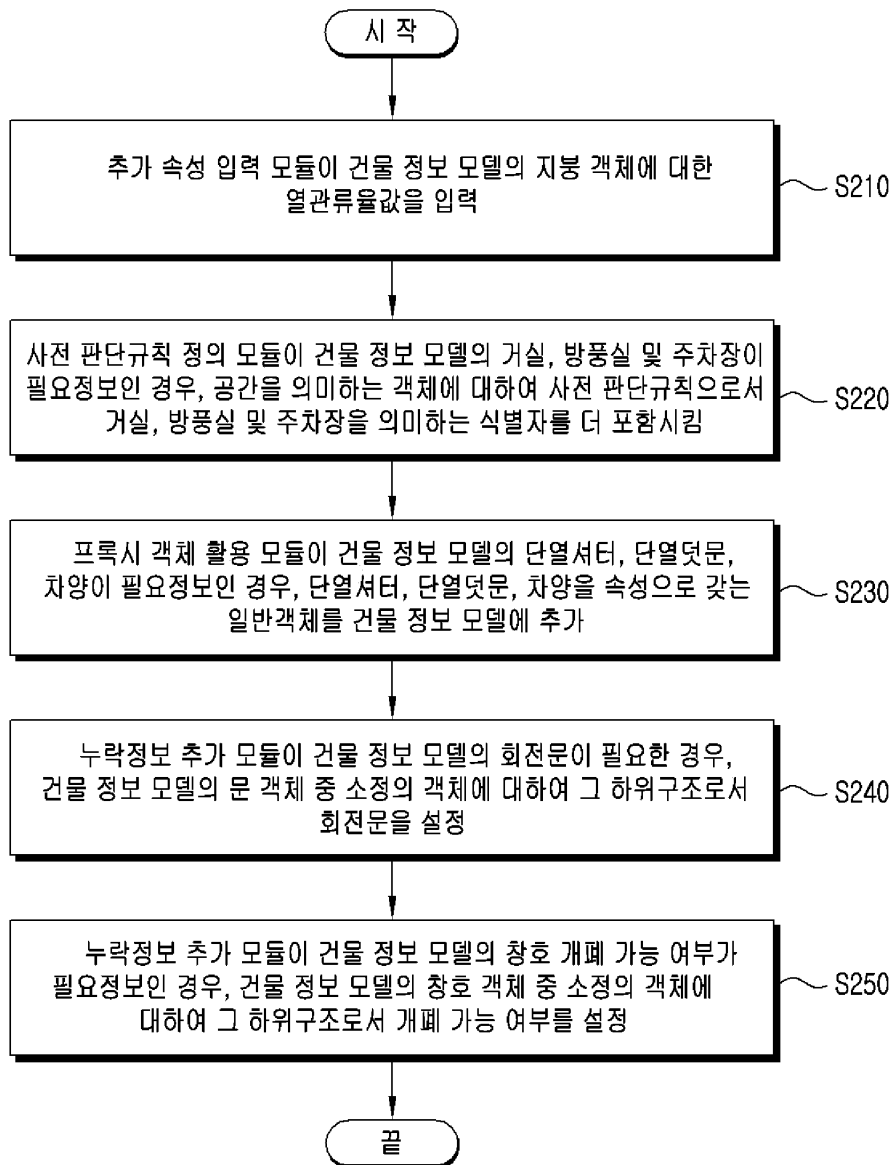
도면1



도면2



도면3

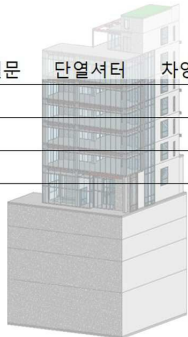


도면4

EPI 평가 지표	
1.	외벽의 평균 열관류율 U_e ($W/m^2.K$)(창 및 문을 포함)
2.	지붕의 평균 열관류율 U_r ($W/m^2.K$)(천창 등 투명 외피부분을 제외한 부위의 평균 열관류율)
3.	최하층 거실바닥의 평균 열관류율 U_f ($W/m^2.K$)
4.	제5조제9호차목에 따른 외단열 공법의 채택 (외단열 시공 비율, 창면적비가 50%미만일 경우에 한함)
5.	기밀성 창 및 문의 설치(KS F2292에 의한 기밀성 등급 및 통기량(m^3/hm^2))
6.	자연채광용 개구부(수영장), 주된 거실에 개폐가능한 외기에 면한 창 설치(기타 건축물)
7.	유리창에 제5조제9호차목에 따른 야간 단열장치를 설치
8.	냉방부하저감을 위한 제5조제9호차목에 따른 차양장치 설치(남향 및 서향 투광부 면적에 대한 차양장치 설치 비율)
9.	냉방부하저감을 위한 제5조제9호차목에 따른 거실 외피면적당 평균 태양열취득
10.	(공동주택) 외기에 면한 주동 출입구에 방풍실 또는 회전문을 설치 함
11.	(공동주택) 공동주택 각 세대의 현관에 방풍실 설치
12.	(공동주택) 대향동의 높이에 대한 인동간격비
13.	(공동주택) 공동주택의 지하주차장에 300 m^2 이내 마다 2 m^2 이상의 채광용 개구부를 설치하며(지하 2층 이하 제외), 조명설비는 주위 밝기에 따라 전등군별로 자동점멸 또는 스케줄 제어가 가능하도록 하여 조명전력을 감소
14.	(공동주택) 지하주차장 설치되지 않는 경우의 기계부문 15번 및 건축부문 12번에 대한 보상점수

도면5

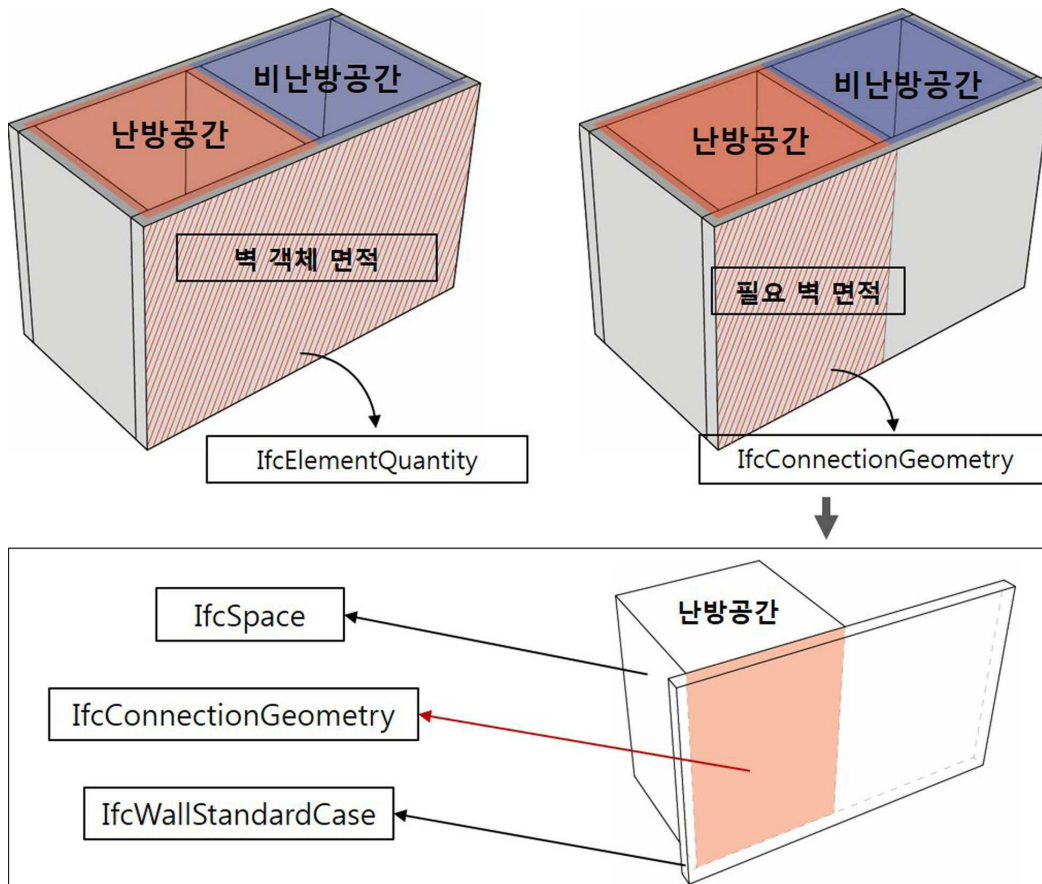
필요객체	바닥	벽	지붕	창호	문	공간	조명	단열문	단열셔터	차양
추가속성	열관류율	열관류율	열관류율	작동방식	기밀성		스케줄제어			
		외기관계		기밀성	열관류율		자동점멸			
				열관류율	회전					
				외기관계	출입구					



도면6

항목	요구정보	필요정보	필요객체	필요속성	필요관계
건 물 부 속 1	외벽의 장단열관류율 $U_e(W/m^2.K)$ (창 및 문 포함)	벽체 판단	벽체		공간
		벽체 외기 관계	벽체	외벽	
		벽체 방위	벽체	방위	
		벽체 면적	벽체	면적	
		벽체 열관류율	벽체	열관류율	
		창호 판단	창호		벽체
		창호 외기 관계	창호	외부	
		창호 방위	창호	방위	
		창호 면적	창호	면적	
		창호 열관류율	창호	열관류율	
		문 판단	문		벽체
		문 외기 관계	문	외부	
		문 방위	문	방위	
		문 면적	문	면적	
		문 열관류율	문	열관류율	

도면7



도면8

```
#67= IFCLOCALPLACEMENT(#64,#66);
#68= IFCROOF('2qhFE7Hqf0yhwKz4HzVKLi',#52,'Basic Roof:Generic Roof - 300mm:193825',$
#69= IFCARTESIANPOINT((-7181.98448150021,-7113.43980853061,0.));

#114= IFCPROPERTYSET('06DT7vHN90zQvN8u8gGH7q',#52,'Analytical Model',$,(#94));
#52= IFCOWNERHISTORY(#51,#2,$,NOCHANGE,$,$,$,0);
#94= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('ThermalTransmittance',$,IFCLABEL('1912'),$);
#132= IFCRELDEFINESBYPROPERTIES('1JrpYASib0MQK5Je8K2mX7',#52,$,$,(#68,#91),#130);
```

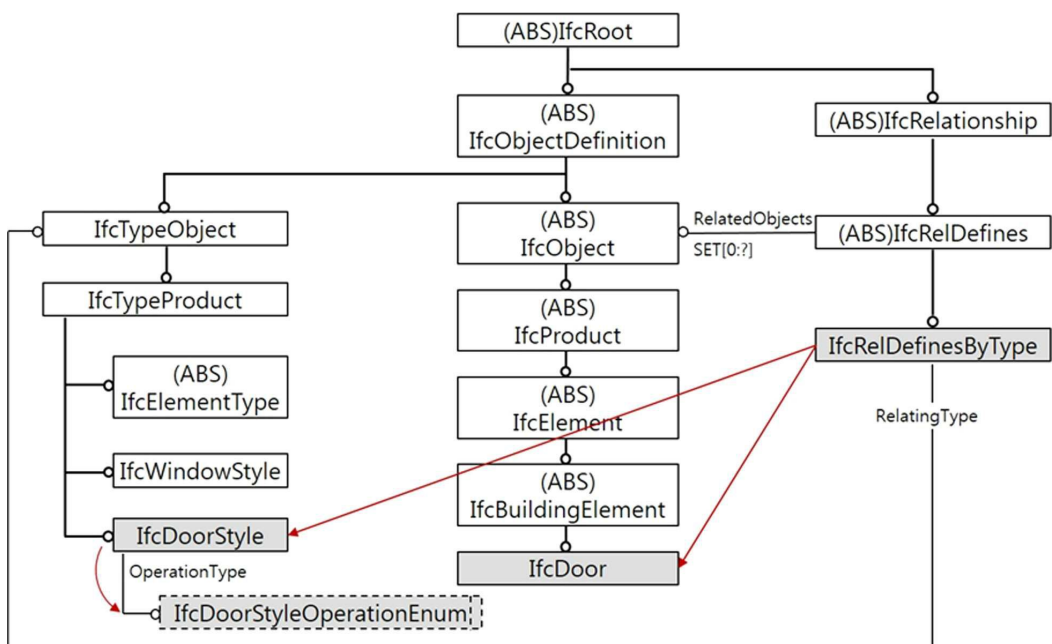
도면9

```
#78= IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE($,$,(#76));
#80= IFCSPACE('1g9$TyZAb87uCKzRsbwINK',#52,'1',$,$,#67,#78,'Office'.ELEMENT.,INTERNAL,$);
#52= IFCOWNERHISTORY(#51,#2,$,NOCHANGE,$,$,$,0);
#67= IFCLOCALPLACEMENT(#59,#66);
#78= IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE($,$,(#76));
#81= IFCQUANTITYAREA('GSA BIM Area',$,$,253109999.999999);
#82= IFCELEMENTQUANTITY('3EaHUBsfv6ZAtPWo1DOTfv',#52,'GSA Space Areas',$,'GSA BIM Area
```

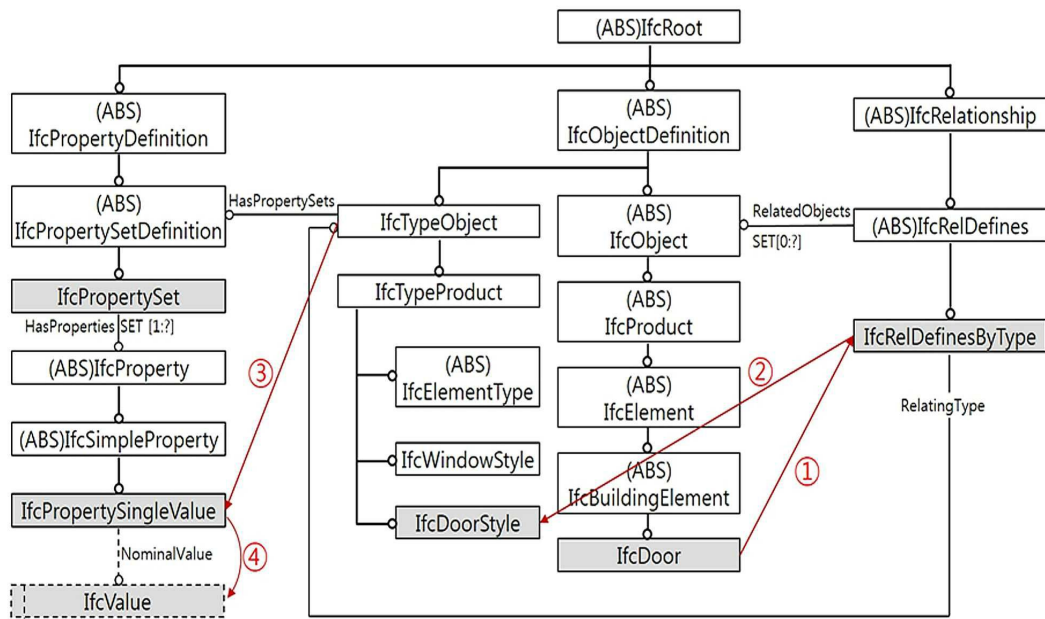
도면10

```
#591= IFCBUILDINGELEMENTPROXY('3wYbaFCR5BIfs4ct7ca6Tz',#52,'Adiabatic shutter',Adiabatic shutter);
#738= IFCRELDEFINESBYPROPERTIES('3Tw_1Nx796TROy$W0zDwou',#52,$,$,(#591),#613);
#52= IFCOWNERHISTORY(#51,#2,$,NOCHANGE,$,$,$,0);
#591= IFCBUILDINGELEMENTPROXY('3wYbaFCR5BIfs4ct7ca6Tz',#52,'Adiabatic shutter:Adiabatic shu
#613= IFCPROPERTYSET('24tzUqTn5CluHGFE6R8WyQ',#52,'Energy Analysis',$,(#596));
#52= IFCOWNERHISTORY(#51,#2,$,NOCHANGE,$,$,$,0);
#596= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Thermal Resistance',$,IFCREAL(0.0912),$);
```

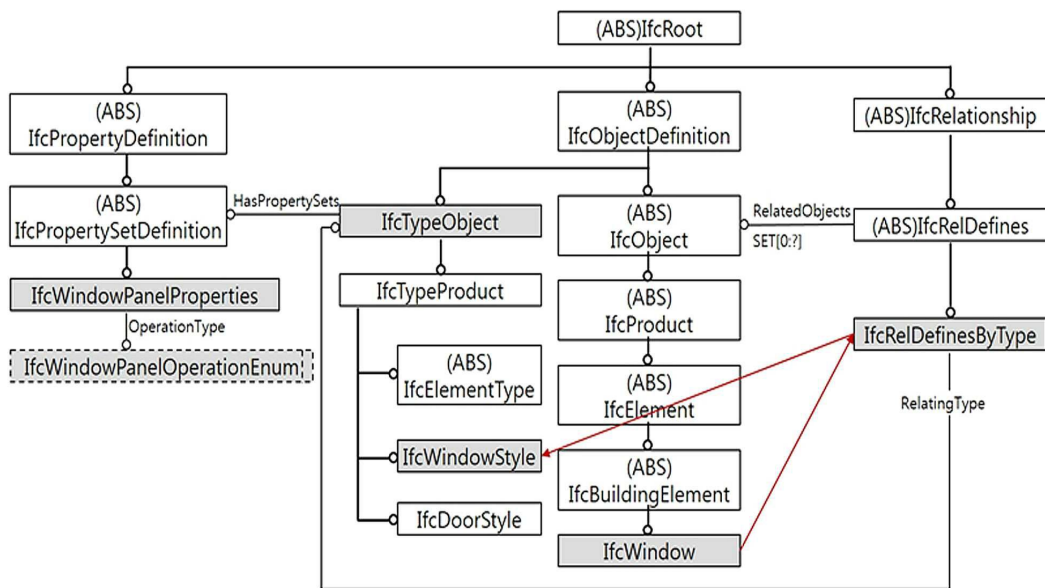
도면11



도면12



도면13



도면14

